

використання нановодонепроникних фасадних та покрівельних фарб, матеріалів з водовідштовхуючими властивостями (суперомніфобних). Наноплівки, окрім механічного захисту, можуть працювати як сонячні батареї і знижувати витрати на електроенергію та впливати на процес енергозбереження, а також володіють високими звуко та теплоізоляційними характеристиками і вже знаходять застосування в новітніх конструкціях «smart» будинків.

Список використаних джерел

- 1 Нові види покрівельних матеріалів (електроний ресурс) – режим доступу : <http://ukrbukva.net/55395-Vidy-sovremennyh-krovel-nyh-pokrytiy.html>
- 2 Електроний ресурс - <http://bukvar.su/stroitelstvo/69926-Vidy-formy-i-klassifikaciya-krovel.html>

УДК 621.785.532

Гущик Д.В. – ст. гр. ФК-51м, Кравченко О.І. – аспірант
Національний Технічний Університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського»,

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КВАЗІКРИСТАЛІЧНОГО Al₉₄Fe₃Cr₃ СПЛАВУ, КОНСОЛІДОВАНОГО В УМОВАХ КВАЗІГІДРОСТАТИЧНОГО СТИСКУ

Науковий керівник: д.т.н., професор Юркова О.І.

Guschik D.V., Kravchenko O.I.
*National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kiev Polytechnic
Institute"*

MECHANICAL PROPERTIES OF QUASICRYSTALLINE Al₉₄Fe₃Cr₃ ALLOY AFTER CONSOLIDATION BY QUASI-HYDROSTATIC COMPRESSION

Supervisor: D.Sc. in Engineering (Ukrainian Scientific Degree "Doctor of
Technical Sciences"), professor Yurkova A.I.,

Ключові слова: 2-3 слова: квазікристали, Al-Fe-Cr сплав, квазігідростатичне стиснення.

Keywords: 2-3 words: quasicrystals; Al-Fe-Cr alloy; quasi-hydrostatic compression.

Робота присвячена дослідженню механічних властивостей Al₉₄Fe₃Cr₃ сплаву, виготовленого методом диспергування розплаву струменями води з високим тиском та наступною консолідацією в умовах квазігідростатичного стиску.

Компактні зразки виготовляли у комірках високого тиску при 2,5; 4 та 6 ГПа за кімнатної температури. Мікротвердість HV визначали в умовах індентування при статичному вдавлюванні на приладі ПМТ-3, оснащеному стандартною пірамідою Віккерса, при навантаженні на індентор 1 Н. Умовну границю плинності $\sigma_{0,2}$ та границю пружності σ_e визначали за кривими «напруження-деформація», які будували за методикою [1] із застосуванням комплексу алмазних тригранних інденторів з різними кутами загострення γ , а саме, 45°, 50°, 55°, 60°, 65°, 70°, 75°, 80°, 85°. Модуль

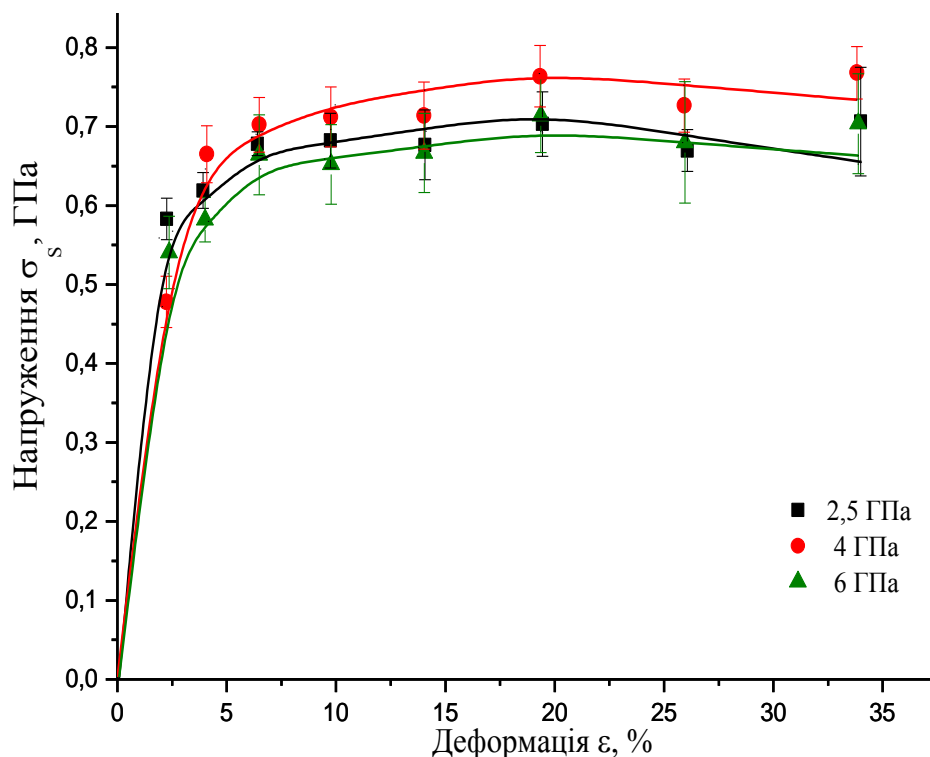
Юнга E визначали в умовах безперервного вдавлювання індентора (алмазної піраміди Берковича з кутом загострення 65°) на приладі «Мікрон-гама». Випробування проводили при навантаженні 1,5 Н у відповідності з міжнародним стандартом ISO 14577-1:2002 (Е), в основу якого покладений метод Олівера і Фарра [2]. Характеристику пластичності δ_H розраховували за величинами мікротвердості HV , модуля Юнга E та коефіцієнта Пуассона ν відповідно до методики [3] за формулою:

$$\delta_H = 1 - 14.3 \left(1 - \nu - 2\nu^2 \right) \frac{HV}{E}$$

Криві «напруження – деформація», побудовані методом індентування, для $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву після компактування в умовах квазігідростатичного стиску при різних тисках (2,5; 4 і 6 ГПа) наведено на рис. 1. Визначення напружень σ здійснювали за величинами мікротвердості HM у наближенні Тейбора $\frac{HM}{\sigma_s} = 3$ [4]. Оскільки твердість за Мейером

HM є середнім контактним тиском і може бути перерахована на границю плинності σ_s або умовну границю плинності $\sigma_{0,2}$ при стисканні, криві « $HM - \epsilon$ » є аналогом кривих деформації [1, 3]. Таким чином, індентування різними за кутом біля вершини піраміди інденторами є ефективним підходом (методом) до побудови кривих «напруження – деформація».

Характеристику $\sigma_{0,2}$ екстрагували за побудованими кривими «напруження –



деформація» при ступені пластичної деформації $\epsilon = 0,2$ %, а параметр σ_e при ступені пластичної деформації $\epsilon = 0,05$ % Границю пружності σ_e визначають, як напруження, при якому пластична (залишкова) деформація досягає 0,005-0,05 %.

Рис. 1. Криві «напруження – деформація» $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву після компактування під тиском 2,5; 4; 6 ГПа

Результати мікромеханічних випробувань наведено в табл. 1. Мікротвердість $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву, компактованого при різних тисках, майже однакова і змінюється в межах похибки, але вона значно вище (в 2 рази) мікротвердості сплаву у вигляді порошку.

Таблиця 1

Механічні характеристики порошкового $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву до та після консолідації в умовах високого тиску

Матеріал \ Параметр	Модуль Юнга E , ГПа	Мікротвердість HV, ГПа	Характеристика пластичності δ_H	умовна границя плинності $\sigma_{0,2}$, МПа	границя пружності σ_e , МПа
Порошок	–	$0,91 \pm 0,3$	0,92	–	–
Консолідований при 2,5 ГПа	85	$1,84 \pm 0,21$	0,85	565	315
Консолідований при 4 ГПа	71	$2,00 \pm 0,19$	0,81	578	327
Консолідований при 6 ГПа	69	$1,94 \pm 0,2$	0,80	585	330
Екструдований [5]	72	$1,62 \pm 0,04$	0,87	360	–

Аналіз результатів мікромеханічних випробувань в умовах індентування свідчить про те, що, завдяки повному збереженню квазікристалічної і-фази у складі сплаву після компактування, його характеристики міцності (мікротвердість HV та границя плинності $\sigma_{0,2}$) перевищують аналогічні характеристики сплаву, компактованого екструзією (табл. 1), яка здійснюється при комплексному впливі підвищеної температури 653 K і тиску, який в поздовжньому та поперечному напрямку досягає $P_l = 1,42$ ГПа і $P_t = 3,30$ ГПа, відповідно, та викликає часткову втрату квазікристалічної і-фази [5].

Література:

1. Исследование механических свойств сверхтвердых материалов при индентировании / Галанов Б.А., Мильман Ю.В., Чугунова С.И., Гончарова И.В. // Сверхтвердые материалы. – 1999. – Том – 21, № 3. – С. 23-35.
2. An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments / Oliver W. C., Pharr G. M. // J. Mater. Res. – 1992. – 7, No. 6. – P. 1564–1583.
3. Теоретичні основи і методи визначення механічних властивостей матеріалів та покриттів при індентуванні на макро- та макрорівнях / [Бякова О.В., Юркова О.І., Мільман Ю.В., Білоцький О.В.] – К.: Гаран-Сервіс. – 2010. – 144 с.
4. The Hardness of Metals / [Tabor D.] – Oxford: Clarendon Press. – 1951, 2000. – 130 p.
5. Термостабільність структури і механічних свойств наноквазікристалічного $Al_{94}Fe_3Cr_3$ сплаву, консолідованого екструзією / Юркова А.И., Бякова А.В., Власов А.А. // Металлофизика и новейшие технологии. - 2015. – Том 37. № 7. – С. 833-850.